
Секція 6: Автоматизація процесів управління

ВИСОКОТОЧНИЙ ТЕРМОМАГНІТНИЙ ГАЗОАНАЛІЗАТОР

Кхалет Аквіре АВН, асп.

Науковий керівник: к.т.н., доц. Целіщев О.Б.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Технологічний інститут

Оптимальне ведення технологічних процесів, економічне використання сировини й енергоресурсів, якість виробленої продукції в багатьох випадках залежать від компонентного складу газових сумішей (у тому числі і від змісту кисню). Аналіз газових сумішей необхідний у багатьох випадках хімічній, металургійній, нафтопереробній і іншій областях промисловості, а також у медицині, космічних дослідженнях і т.д. Основні вимоги, що висувуються до засобів вимірювання, є експресність і точність вимірювання, а також автоматизація процесу вимірювання і вірогідність вимірювальної інформації. Фізико-хімічні методи в багатьох випадках не задовольняють таким вимогам, тому останнім часом широко поширення знаходять методи автоматичного контролю складу газових сумішей. [1]

Найбільш ефективними приладами для визначення концентрації кисню в газових сумішах є магнітні газоаналізатори. В основу їх роботи покладено парамагнітні

властивості кисню, що у даного газу більш ніж на порядок вище, ніж у всіх інших газів (відносна магнітна сприйнятливості кисню – 1.0; повітря – 0.21; двоокису азоту – 0.0616; окису азоту (1) – 0.02; ацетилену – 0.0068 і т.д.). Наслідком цього є той факт, що магнітні засоби вимірювання мають високу чутливість до зміни концентрації кисню в газовій суміші.

З усіх відомих магнітних приладів термомагнітні газоаналізатори характеризуються високою надійністю, простотою конструкції, відсутністю оптичних елементів і частин, що механічно переміщуються. Вони прості в експлуатації і не вимагають складного технічного обслуговування. Не дивлячись на всі переваги, термомагнітні газоаналізатори мають істотні недоліки: статична характеристика приладу нелінійна, що унеможливорює вимірювання концентрації кисню від 0 до 100%, використовуючи один термомагнітний газоаналізатор; крім того, показання приладу істотно залежать від властивостей і складу неокисневої частини аналізованої газової суміші, за рахунок чого статичні характеристики цих приладів для різних газових сумішей суттєво різняться між собою. [2]

Для вирішення різного роду практичних задач, що пов'язано з визначенням концентрації кисню в аналізованій газовій суміші, необхідно визначити діапазон зміни концентрації кисню, склад неокисневої частини суміші і вибрати модель термомагнітного газоаналізатора, в якій на даній ділянці залежність вихідного сигналу від концентрації лінійна. З іншої сторони при виготовленні приладів виникає ряд складностей, зв'язаних з настроюванням і перевіркою приладів, оскільки кожен прилад вимагає використання своєї методики і спеціальних перевірочних сумішей, склад яких залежить від робочого діапазону приладу і складу невимірюваної частини газової суміші. Усе перераховане вище значним чином ускладнює процес вибору приладу, його виготовлення, настроювання і перевірку, роблячи ці операції трудомісткими і дорогими.

Мета роботи – розробка високоточного ТМГ шляхом уніфікації його технологічних параметрів, що дозволить розширити діапазон вимірювання концентрації кисню від 0 до 100 % в аналізованій газовій суміші, збільшити чутливість і виключити вплив властивостей і зміни складу неокисневої частини газової суміші на покази приладу.

Схематично високоточний ТМГ з покращеними характеристиками наведено на рис. 1.

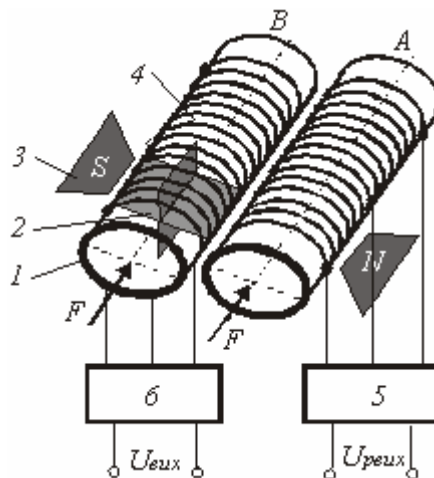


Рис.1. Високоточний ТМГ з двома ТА

Конструктивно він складається з двох термоанемометрів 1 (ТА) А та В, що встановлено між системи постійних магнітів 3, хрестоподібної перегородки, що

встановлено в зоні максимального термомагнітного поля ТА А. Вихідна напруга електричних мостів 5 та 6 є мірою концентрації кисню в АГС. В зоні максимального ТМП виникає “ротаторний” ефект, який обумовлено неокисневою частиною АГС.

Статичні характеристики вимірювальних каналів термомагнітного газоаналізатора з повною кінетичною дією молекул кисню (без перегородки) та зі зменшеною кінетичною дією молекул кисню (з перегородкою) наведено на рис. 2 (криві 1 та 2 відповідно).

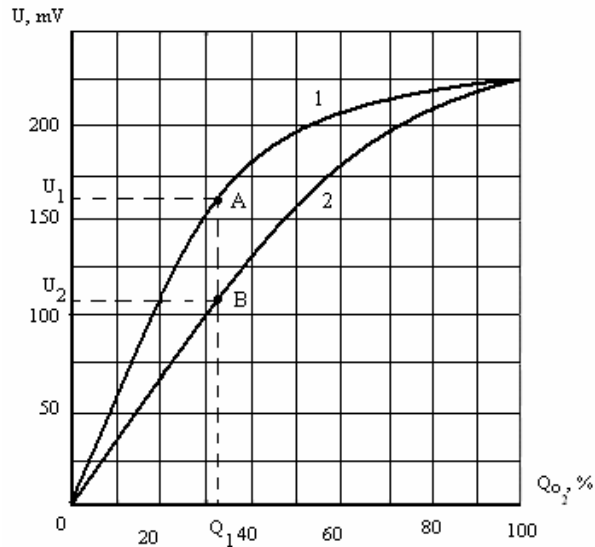


Рис. 2. Статичні характеристики вимірювальних каналів ТМГ

Якщо в аналізованій газовій суміші з’являється кисень з концентрацією Q_1 , то вихідний сигнал мостової вимірювальної схеми, де чутливим елементом є термоанемометр з повною кінетичною дією молекул кисню (без перегородки), буде дорівнювати U_1 (точка А на кривій 1), а вихідний сигнал мостової вимірювальної схеми, де чутливим елементом є термоанемометр з перегородкою, - U_2 (точка В на кривій 2). Різниця між двома напругами U_1 та U_2 дорівнює величині, на яку зменшено “ротаторний” ефект. [3]

Статична характеристика термомагнітного газоаналізатора з повною кінетичною дією молекул кисню (без перегородки) достатньо точно описується рівнянням вигляду [4]

$$U_1(Q) = U_0 a Q (1 + b(1 - Q)^2), \quad (1)$$

де Q - концентрація кисню в аналізованій газовій суміші;

a - параметр моделі, який враховує вплив температури, тиску, напруги живлення, напруженості магнітного поля;

b - параметр моделі, який залежить від природи невимірюваного компонента.

Основною причиною виникнення нелінійності статичної характеристики термомагнітного газоаналізатора є “ротаторний” ефект. [2] При використанні ламінеризуючих перегородок для зменшення “ротаторного” ефекту вигляд статичної характеристики суттєво змінюється (крива 2), а рівняння статичної характеристики набуває вигляду

$$U_2(Q) = U_0 a Q. \quad (2)$$

З (2) визначимо коефіцієнт a та підставимо в (1)

$$U_1(Q) = U_0 Q \frac{U_2(Q)}{U_0 Q} (1 + b(1 - Q)^2) = U_2(Q) (1 + b(1 - Q)^2). \quad (3)$$

З рівняння (3) знайдемо концентрацію кисню в газовій суміші Q . Фактично це цифрове значення буде не чим іншим, як показом приладу Π . Після відповідних перетворень отримуємо рівняння вигляду

$$\Pi = 1 - \sqrt{\frac{U_1(Q) - U_2(Q)}{bU_2(Q)}}. \quad (4)$$

Дане перетворення може відбуватися в проміжному перетворювачі.

За рахунок того, що з вихідної напруги першої мостової схеми $U_1(Q)$ відіймається вихідна напруга другої вимірювальної мостової схеми $U_2(Q)$ і ця різниця ділиться на добуток $bU_2(Q)$, а результат піднесено до ступені $1/2$, статична характеристика стає абсолютно лінійна, повністю виключається вплив зміни температури аналізованої суміші на вході приладу (зміни температури навколишнього середовища), барометричного тиску, напруги живлення. Значення коефіцієнта b можуть бути розраховані теоретично або практично. При роботі приладу зміна значень коефіцієнта b може відбуватися переключенням відповідних кнопок, в залежності від складу невимірюваної частини аналізованої газової суміші, або за допомогою задатчика, вихідний сигнал якого плавно може бути змінено у деяких межах. Отриманні таким чином статичні характеристики (залежність показів приладу від концентрації кисню в аналізованій газовій суміші) приладу мають бути абсолютно лінійними для усіх газових сумішей і співпадають. Тобто запропонований прилад можна використати на всьому діапазоні вимірювань від 0 до 100% кисню в аналізованій газовій суміші для сумішей різного складу.

Висновки. В роботі запропоновано високоточний ТМГ, в якому за рахунок використання двоканальної вимірювальної схеми можна провести компенсацію “роторного ефекту”. Це дозволяє розробити ТМГ, показання якого не залежать від зміни таких основних параметрів як напруга живлення, напруженість магнітного поля, зміна атмосферного тиску, теплофізичних параметрів АГС, а також від зміни температури навколишнього середовища.

Література

1. Амманозанов А.А. Методы и приборы для определения кислорода (газовый анализ) / А.А.Амманозанов, А.И.Шарнопольский: Справочник. М.: Химия, 1988. 144 с.: ил.
2. Стенцель Й.І. Теплофізичні моделі перетворень в термомагнітному полі / Й.І.Стенцель, О.Б.Целіщев, П.Й.Єлисеєв // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2003. - №1. С. 26-29
3. Стенцель Й. И. Пути уменьшения погрешностей термомагнитных газоанализаторов: Дис. канд. техн. наук: 05. 11. 13. – Львов, 1973. - 130 с.
4. Целіщев О.Б. Математична модель термомагнітного газоаналізатора / О.Б.Целіщев // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2003. - №2. С. 69-72.